

## COF(Chip On Film)에서의 Polyimide/Buffer layer/Cu 접착력 향상

이재원<sup>†</sup> · 김상호\* · 이지원\*\* · 홍순성\*\*

<sup>†</sup>\*한국기술교육대학교 신소재공학과, \*\*<sup>(주)</sup>아큐텍 반도체

### Adhesive improvement of the Polyimide/Buffer layer/Cu at the COF(Chip On Film)

Jae Won Lee<sup>†</sup>, Sang Ho Kim\*, Ji Won Lee\*\*, and Soon Sung Hong\*\*

<sup>†</sup>\*Dept. of Materials engineering, Korea University of Technology and Education,

\*\*Acqutek Semiconductor & Technology co.LTD

#### ABSTRACT

This research has been progressed for adhesive improvement of the Polyimide/Buffer layer/Cu at the COF(Chip On Film) which induced as the alternative plan about high concentration of a circuit or substrates according to demands of miniaturization and high efficiency of various electronic equipment. RF plasma equipment was applied to when plama pretreatment was performed for improvement of adhesive strength of PI and Cr as the buffer layer. Experimental fluents were a species of the buffer layer, deposited time and the ratio of O<sub>2</sub>/Ar when performed to plasma pretreatment. The results are that Ni was superior to Cr at peel test according to a species of the buffer layer, peel strength and Cu THK were showed proportional relation to deposition structure of the same buffer layer and sample of the Cr deposited time(30 sec) and Cu deposited time(20 min) was showed good adhesion to peel test according to Cr's deposited time and Cu's deposited time. When perform PI's plama pretreatment peel strength and O<sub>2</sub>/Ar ratio were showed proportional relation. But O<sub>2</sub>/Ar(2/5) was best condition since then decreased.

**Key Words :** Peel Test, COF, Buffer Layer, Adhesion, Plasma Pretreatment

## 1. 서 론

최근 각종 전자기기의 소형화, 고성능화 요구에 따라 회로 또는 기판의 고집적화에 따른 패키징 취급상의 문제가 대두되고 있다. 그 대안으로 COF(Chip On Film)을 도입하였지만 국내에서는 기술력의 부족으로 일본으로부터 “전량 수입”에 의존하고 있는 실정이다. 그러므로 이 기술의 국산화는 시급하다고 할 수 있다[1].

COF공정에서 PI(polyimide)/buffer layer/Cu를 구성하는데 있어서 계면의 부착력은 매우 중요하다. 그 이유는 폴리머와 금속 사이의 접착력은 본질적으로 취약하고, 열적 불일치나 기화된 수증기에 의해 방출되는 압력으로부터 생성되는 잔류응력이 계면 사이에 갈라

짐을 유발시키기 때문이다[2].

본 연구에서는 buffer layer 선택과 증착 공정을 통해서 PI 필름과 금속 박막 사이의 부착력이 IPC specification에 의해 35.4 g/mm이상의 peel test값이 나와야 한다는 것에 맞추어서 그 이상의 값이 나오는 것을 목적으로 하였다[6].

## 2. 실험 방법

본 실험에서 쓰이는 RF magnetron sputter장비에 장착 할 수 있는 target의 size가 직경2 inch인 것을 감안하여 substrate로 크기가 세로 1cm, 가로 7cm의 한 면에Cu casting된 polyimide를 사용하였다. 그리고 부착력 개선을 목적으로 PI표면의 플라즈마 개질처리를 하였으며 기존의 casting법, 접착법(laminate)공정에 의한 제품보다 fine pitch etching, dimentional accuracy 면에

<sup>†</sup>E-mail : monowine@hanmail.net

서 우수한 sputtering에 의해 buffer layer, Cu를 증착하였다. 그리고 이미 다른 연구 결과에서 PI/Cu의 접착력 향상에 기여 할 수 있는 것으로 증명된 Cr과Ni을 buffer layer로 사용하였으며, 그 위에 Cu sputtering을 하였다. 이렇게 증착되어진 sample은 Fig. 1에서처럼 peel test를 할 때 grip에 metal층을 PI와 분리하여 고정시키기 위해 sample을 peeling(끝을 살짝 벗겨냄) 하게 된다. 그러나 증착되어진 sample은 peeling하기에는 너무 얇으므로 도금을 한 후 peel test를 하는 것이 일반적이다. 그래서 이 실험에서는 sputtered Cu위에 IPC specification에 따라 약 10  $\mu\text{m}$  두께로 Ni도금을 한 후 peel test를 하였다[6].

장비로는 부착력 개선을 목적으로 PI의 표면 개질처리를 할때 RF plasma장비를 사용하였고, 증착 공정에서 RF magnetron sputter 장비를 사용하였으며, peel test된 부분의 계면 형상의 관찰과 성분 분석을 위해 각각 scanning electron microscope(SEM)( $\times 1500$ )와 energy dispersive x-ray spectroscopy(EDS)를 사용하였다.

실험 공정으로는 첫번째 실험에서 buffer layer종류에 따른 부착력을 알아보기 위해 모든 sample에서 증착시 기판 온도는 50°C, RF전력 50W, Cu 증착 압력  $4.6 \times 10^{-4}$  Torr, Cu증착 시간 20 min으로 동일하게 하였고, 변수로는 buffer layer 종류(Cr, Ni)와 증착시간으로 하여 실험 하였다.

두번째 실험에서는 buffer layer가 Cr일때 Cr의 증착 시간과 Cu의 증착 시간에 따른 접착력의 경향을 알아보기 위해 그것을 변수로 하여 peel test를 하였다.

세번째 실험에서는 개질 처리중 화학적 처리에서 접착력에 대한 O<sub>2</sub>/Ar비의 영향을 알아보기 위해 RF

plasma 장비에서 개질처리시간을 10 min, RF전력 100 W, 증착압력 165 mTorr로 동일하게 하고, O<sub>2</sub>/Ar비를 변수로 하여 개질처리한 후 sputtering한 sample들을 peel test하였다.

Peel test는 IPC specification에 맞추어 실행하였으며, Fig. 1은 peel test의 모식도를 나타낸 것이다[6].

### 3. 실험 결과 및 고찰

본 실험에서는 buffer layer의 종류와 buffer layer의 증착시간에 따른 peel test된 부분의 계면 형상의 관찰과 성분 분석을 위해 peel strength test를 행한 sample의 단면이 표면에 드러나도록 cool mounting과 polishing을 한 후 scanning electron microscope (SEM) ( $\times 1500$ )와 energy dispersive x-ray spectroscopy (EDS)를 사용하여 단면을 관찰한 후, 성분 분석을 하였다.

Buffer layer는 차후 식각 공정에서 모두 제거가 되어야 하는 이유로 두께가 얇을수록 좋으므로 짧게 (30 sec~5 min  $\rightarrow$  두께 20~100 nm) 증착되었고, Cu의 경우 제품에서 electrode에 해당되어서 전도성을 위해 충분한 두께가 필요하므로 길게(5~20 min  $\rightarrow$  두께 200~800 nm) 증착되었다.

Fig. 2는 실험 공정을 기판온도 50°C, RF전력 50 W, Cu증착 압력  $4.6 \times 10^{-4}$  Torr, Cu증착 시간 20 min으로 하여서 buffer layer 종류(Cr, Ni)와 buffer layer 증착 시간(Cr : 1 min, 5 min, Ni : 1 min, 5 min)을 변수로 하여 RF magnetron sputter 장비에서 buffer layer와 Cu를 차례로 증착 시킨후 Ni을 도금한 시편을 peel test 한 후 단면을 SEM으로 관찰하고 EDS로 Cu/PI(polyimide)/peel tested zone 각 층의 성분 분석을 한 것이다.

Fig. 3은 Fig. 2와 각각 같은 sample에서 peel tested zone표면의 SEM image와 EDS분석결과이다. 그리고 Fig. 4는 peel test시 PI(Polyimide)/Buffer layer/Cu 분리 형상의 모식도를 나타낸 것이다. Fig. 4(a)에서 Cu THK는 Cu thickness of the peel strength tested zone를 의미하며, 본문에서 앞으로는 편의상 Cu THK를 쓰도록 하겠다.

Fig. 2의 배율인  $\times 1500$ 에서 파면의 형상이 가장 선명하게 나타났고, 이 배율에서 계면 형상을 관찰하고 성분 분석을 하였다. Peel strength tested zone의 성분 분석을 한 결과 각각 sample의 잔여 Cu의 두께가 차이가 있었으며 그 두께는 Fig. 5와 같다.

그리고 Cu casting된 PI 기판에 기판온도 50°C, RF 전력 50 W, Cu 증착 압력  $4.6 \times 10^{-4}$  Torr의 조건에서 Cu증착 시간 20 min으로 sputtering한 sample1, Ni증착

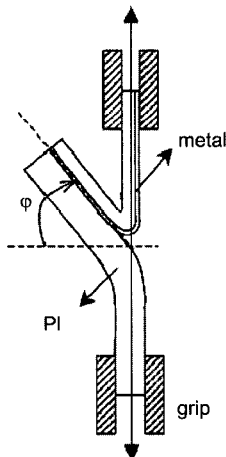


Fig. 1. Schematic of the PI(Polyimide)/buffer layer/Cu peel strength test [2].

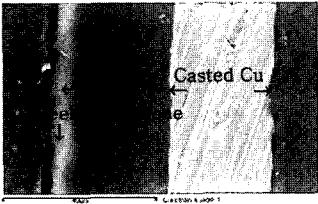
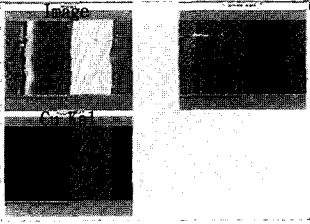
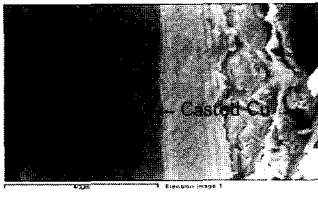
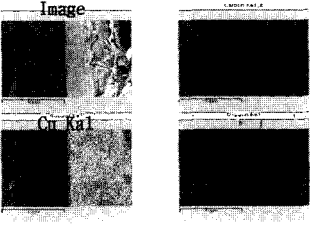
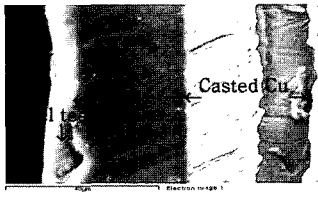
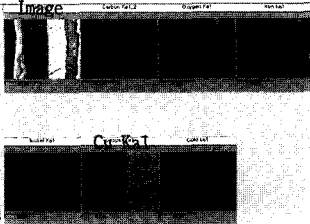
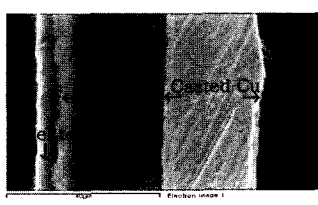
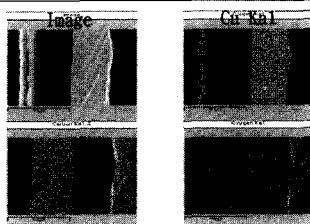
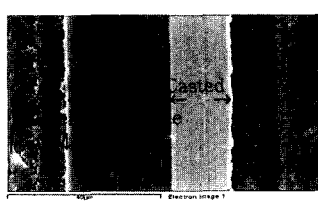
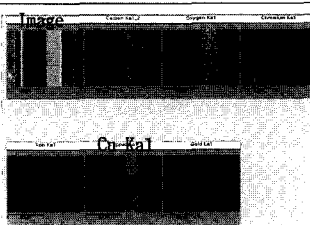
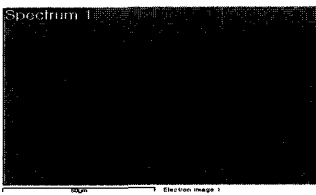
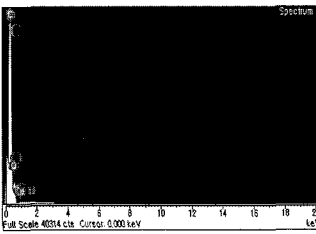
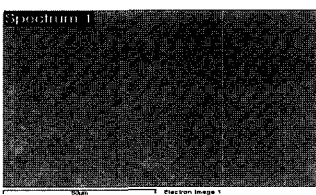
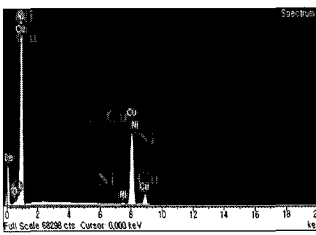
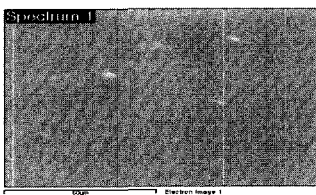
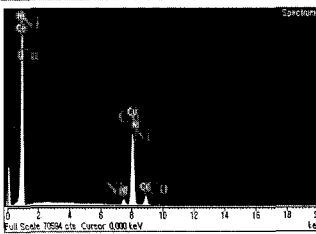
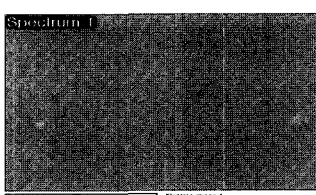
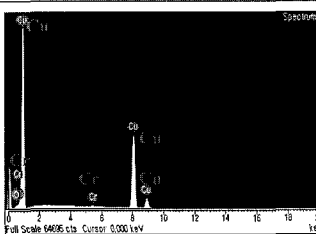
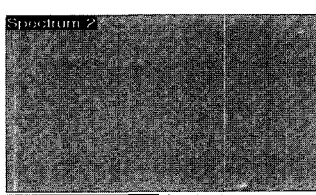
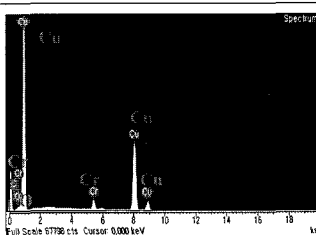
Structure(treated time)	SEM image	Component analysis of the EDS
(a)Cu(20min)		
(b)Ni(1min)/Cu(20min)		
(c)Ni(5min)/Cu(20min)		
(d)Cr(1min)/Cu(20min)		
(e)Cr(5min)/Cu(20min)		

Fig. 2. The results of SEM(X1500) image and EDS components analysis of the casted Cu/PI(polyimide)/peel tested zone according to buffer layer species and deposition time.

시간 1 min으로 sputtering한 후 Cu증착 시간 20 min으로 sputtering한 sample2, Ni 증착 시간 5min으로 sputtering한 후 Cu 증착 시간 20 min으로 sputtering한 sample3, Cr 증착 시간 1 min으로 sputtering한 후 Cu 증착 시간 20 min으로 sputtering한 sample4, Cr 증착

시간 5min으로 sputtering한 후 Cu 증착 시간 20min으로 sputtering한 sample5(이상 Fig. 2의 조건)의 sputtered Cu위에 Ni을 10 μm도금하여 peel test를 한 결과이다. sample의 크기는 5×15 mm로 동일하게 하였다.

Cu만 증착된 시편에서 peel strength와 Cu THK가

Structure(treated time)	SEM image	Component analysis of the EDS
(a)Cu(20min)		
(b)Ni(1min)/Cu(20min)		
(c)Ni(5min)/Cu(20min)		
(d)Cr(1min)/Cu(20min)		
(e)Cr(5min)/Cu(20min)		

**Fig. 3.** The results of SEM(X1000) image and EDS components analysis of the peel tested zone surface according to buffer layer species and deposition time.

각각 1 g/mm와 0으로 값이 매우 낮게 나왔으며, Cu THK가 0이라는 것은 Fig. 4의 (b)와 같이 peel strength test시 PI에서 분리 되었거나, Cu와 PI계면에서 분리 되었음을 알수 있다. 그리고 peel strength와 Cu THK는 같은 buffer 종류에서는 비례 관계를 나타 냈으며, Ni 증착시에는 증착시간이 1min에서 각각 50 g/mm와

41.4 nm, 5 min에서 각각 65 g/mm와 160 nm로써 5 min에서 peel strength와 Cu THK가 큰 값이 나타났으며, Cr 증착시에는 증착시간이 1 min에서 각각 40 g/mm와 69 nm, 5 min에서 각각 3 g/mm와 23.5 nm로써 1 min에서 peel strength와 Cu THK가 큰 값이 나타났다.

Fig. 3의 peel tested zone 표면의 SEM image에서는

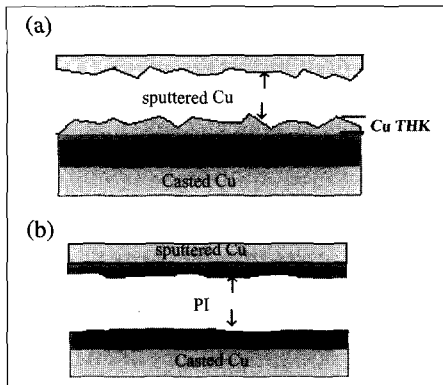


Fig. 4. Schematic of the PI/Buffer layer/Cu disjunction shape  
(a) disjunction to Sputtered Cu (b) disjunction to PI.

명확한 조직적 차이를 발견 할 수는 없었지만, EDS 성분 분석에서 Cu만 부착된 sample 1이 C, O 성분으로 주를 이루는 반면에 다른 sample들은 Cu, Ni 혹은 Cu, Cr성분으로 주를 이루는 것을 확인 할 수 있었다.

PI 기판에 Cr의 증착 시간(30 sec, 1 min → 두께 20~40 nm)과 Cu(5 min, 10 min, 20 min → 두께 200~800 nm)의 증착시간을 변수로 하여 sample을 만든후 peel strength test하여 Fig. 6과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

Cr증착시간이 30 sec이고 Cu 증착시간이 20 min일때 40 g/mm로 최적의 접착력이 나타났다. 경향은 Cr의 증착시간은 앞의 실험결과와 같이 짧을수록 접착력이 좋았으며, Cu 증착시간은 10 min까지 접착력이 떨어지다가 10 min에서 5 g/mm로 나타났고, 더 긴 증착 시간에서는 접착력이 좋아졌다.

표면의 접착성은 분자 차원의 층에 의하여 결정되는 표면 성질에 관계되는 것으로 물질의 전체적인 성질을 변화시키지 않고도 표면개질에 의하여 개선 할 수 있다. 이러한 표면개질 방법으로 화학적 처리, 화염처리, 코로나 처리, 플라즈마 처리, U.V 처리 등이 연구되고 있다[4].

PI 기판의 표면 개질 처리는 대기압 플라즈마 또는 저압 플라즈마를 이용하여 PI(Fig. 7)에 포함 되어 있는 C=O분자 결합을 끊어 PI 기판에 O<sup>-</sup>을 많이 만들어 줌으로써 그 위에 코팅되는 금속과의 부착력을 향상시킨다. 따라서 O<sup>-</sup>을 많이 생성시킬 수 있는 플라즈마 개질 조건을 개발하여야 한다. 본 연구에서는 저압 플라즈마를 이용할 예정인데, 반응 가스의 유량비를 변수로 최적화 하고자 한다.

개질 처리중 화학적 플라즈마 처리의 접착력에 대한 영향을 알아 보기 위해 RF plasma장비에서 온도 45°C, 개질처리시간을 10 min, RF 전력 100W, 챔버내 압력

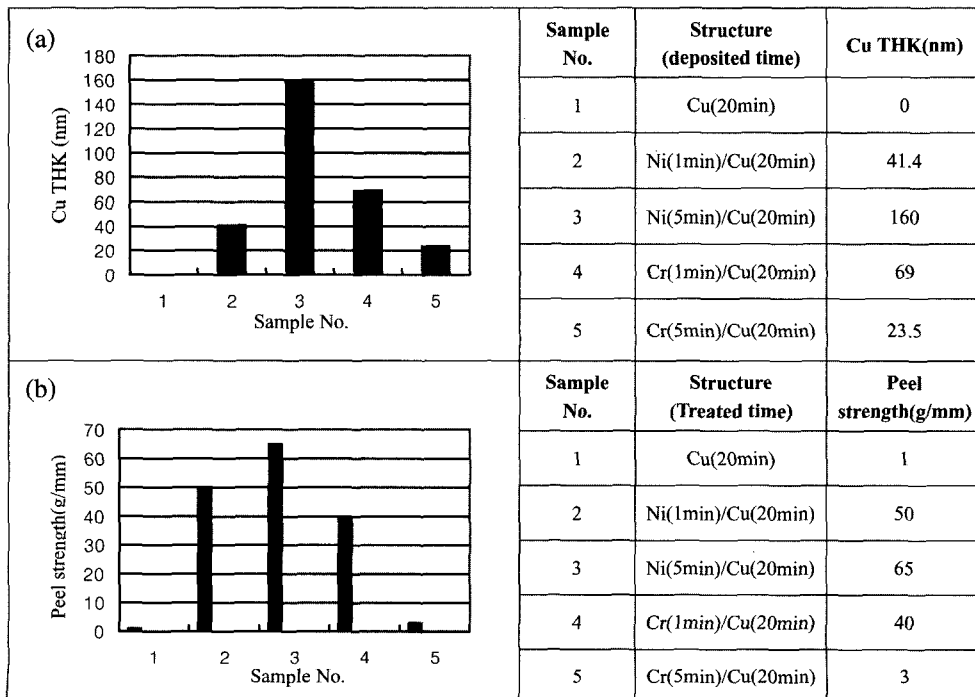
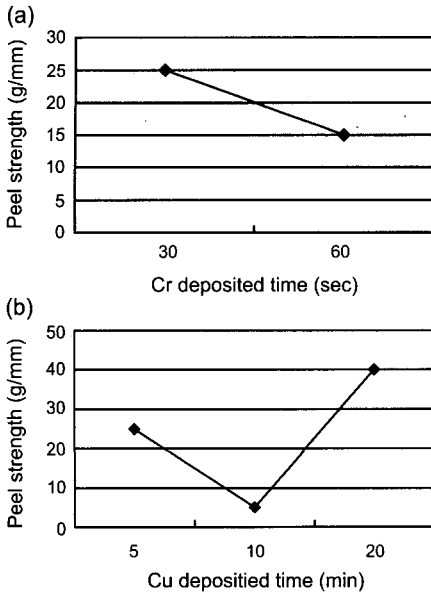


Fig. 5. (a)Cu THK and (b)peel strength according to buffer layer species and deposition time.



Sample No.	Cr deposited time (sec)	Cu deposited time(min)	Peel strength (g/mm)
1	60	5	15
2	60	10	5
3	30	5	25
4	30	10	5
5	30	20	40

Fig. 6. peel strength according to (a)Cr deposited time and (b)Cu deposited time.

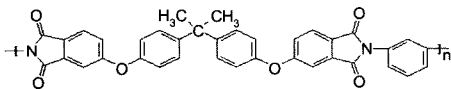
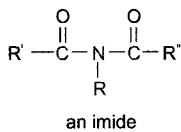
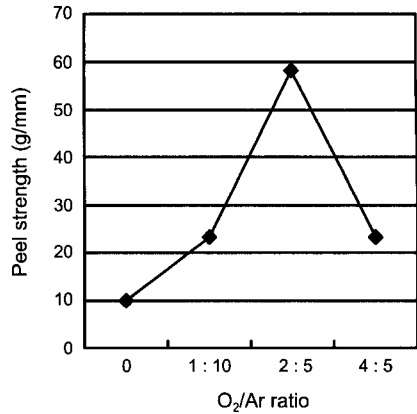


Fig. 7. The molecular structure of PI(polyimide).

165 mTorr로 하여 O<sub>2</sub>/Ar비(0, 1 : 10, 2 : 5, 4 : 5)를 변수로 하여 개질처리를 한 후 위에서 언급한 최적 조건인 기판온도 50°C, 전력 50 W, Cr 증착 압력 5.2×10<sup>-4</sup>Torr, Cr 증착 시간 30 sec의 조건에서 Cr을 증착한 후, 기판온도 50°C, 전력 50 W, Cu 증착 압력 4.6×10<sup>-4</sup>Torr, Cu 증착 시간 20 min의 조건에서 sputtering하였다. 그 후 sputtered Cu 위에 10 μm의 두께로 Ni도금을 한 후 peel



Sample No.	O <sub>2</sub> /Ar ratio	Peel strength (g/mm)
1	0	10
2	1:10	23
3	2:5	58
4	4:5	23

Fig. 8. peel strength according to O<sub>2</sub>/Ar ratio when perform to reforming treatment before deposition.

strength test를 하였다. 이에 대한 결과는 Fig. 8에서 보면 알 수 있듯이 O<sub>2</sub>/Ar비에서 O<sub>2</sub>의 유량비가 증가 할수록 접착력은 항상 되었으며, 2/5에서 58 g/mm로 접착력이 제일 좋았으며 그 이상의 유량에서는 오히려 접착력이 감소하였다.

#### 4. 결 론

COF공정에서 PI/buffer layer/Cu의 접착력 향상을 위해 buffer layer종류, Cr 증착시간(두께), Cu증착시간(두께), 증착된 PI의 개질 처리시 O<sub>2</sub>/Ar 유량비를 변수로 하여 부착력을 구하였다.

그 결과는 다음과 같다.

1) Buffer layer의 종류에 따른 접착력은 Cr보다 Ni이 우수하였다. 그러나 다음 공정인 식각 에서의 문제 때문에 Cr이 많이 사용된다.

2) Buffer layer종류에 따라 peel test한 sample의 EDS 분석 결과 peel strength가 높은 sample일수록 Cu THK가 두꺼웠다. 이 결과로부터 peel test시 분리되는 면의 위치가 peel strength값과 상호 관계성이 있다는 것을 알 수 있었다.

3) Cr의 증착시간이 30 sec, 1 min, 5 min인 sample중에서 30 sec(두께 20 nm)일때 부착력이 제일 좋았으며,

이 결과로부터 Cr의 두께가 얇을수록 부착력이 좋은 것을 알 수 있었다.

4) Cu의 증착시간이 5 min, 10 min, 20 min인 sample중에서 20 min(800 nm)일때 부착력이 제일 좋았으며, Cu의 두께가 두꺼울수록 부착력이 좋은 것을 알 수 있었다.

5) 증착전 PI의 개질 처리시 O<sub>2</sub>/Ar 유량비에 따른 peel strength값은 O<sub>2</sub>/Ar비에서 O<sub>2</sub>의 유량비가 증가 할수록 접착력은 향상 되었으며, 2/5에서 58 g/mm로 접착력이 제일 좋았으며, 그 이상의 유량에서는 접착력이 오히려 감소하였다. 이 결과로부터 개질 처리시 Ar gas분위기보다 O<sub>2</sub>/Ar혼합 가스분위기에서의 개질 처리가 요구되며, 적합한 유량비가 요구됨을 알 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 대전, 충남 지방 중소기업청의 지원금에 의해 한국기술교육대학교와 아큐텍 반도체 공동으로 진행하였다.

### 참고문헌

1. 아큐텍 반도체 기술, “COF용 Cu/buffer layer 스퍼터링 기술 개발” 산학연 발표자료, 2004.
2. Song, J. Y. and Yu, J., “Analysis of the T-peel strength in a Cu/Cr/Polyimide system” Acta Materialia Vol. 50, Issue 16, pp. 3985-3994, 2002.
3. 조성수, 김영호, “RF 바이어스 스퍼터링한 Cr 박막과 감광성 폴리이미드 사이의 계면 TEM 분석” Journal of the Microelectronics (Packging Society Vol. 10, No. 2, pp. 39-47 2003.
4. 박준규, “Plasma surface modification of polycarbonate” 경기대학교 재료공학과 석사 학위 논문, 2001.
5. Park, J.-K. Ju, W.-T. Paek, K.-H. Kim, Y.-W. Choi, Y.-H. Kim, J.-H. Hwang, Y.-S., “Pre-treatments of polymers by atmospheric pressure ejected plasma for adhesion improvement” Surface and Coatings Technology Vol. 174-175, pp. 547-552, 2003.
6. “IPC-TM-650 test methods manual” the institute for interconnecting and packaging electronic circuits 2215 sanders road · northbrook, IL 60062-6135.